



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07062519 A**(43) Date of publication of application: **07 . 03 . 95**

(51) Int. Cl

C23C 4/18
F02F 1/00
F16J 10/04

(21) Application number: **05213126**(22) Date of filing: **27 . 08 . 93**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**(72) Inventor: **MIYAMOTO TAISUKE**
MORI KAZUHIKO
SUZUKI YOSHIHISA**(54) PRODUCTION OF CYLINDER BLOCK****(57) Abstract:**

PURPOSE: To form a thermally sprayed layer having decreased residual tensile force on the inside surface of a cylinder bore.

CONSTITUTION: The alloy thermally sprayed layer is formed on the inside surface of the cylinder bore and thereafter, heating below the melting point of the thermally sprayed layer is applied to the thermally sprayed layer and the high density energy heat source may be used for the heating means. A thermal spraying material may include an iron thermal spraying material

contg. 0.2 to 0.8% C by weight. The thermally sprayed layer is remelted or reheated to a wire shape after thermal spraying and, therefore, strains are eliminated in the heated parts and the integrated coating layers are parted, by which the remaining tensile force is decreased. The strain % is further effectively decreased by addition of the effect by heat and the effect by expansion of the films by martensite transformation in the case of the thermal spraying material including the iron thermal spraying material contg. 0.2 to 0.8% C by weight.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-62519

(43)公開日 平成7年(1995)3月7日

| (51)Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|-----------|-----|--------|
| C 2 3 C 4/18 | | | | |
| F 0 2 F 1/00 | | R 8503-3G | | |
| F 1 6 J 10/04 | | | | |

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-213126

(22)出願日 平成5年(1993)8月27日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 宮本 泰介

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 森 和彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 鈴木 良尚

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 大川 宏

(54)【発明の名称】 シリンダブロックの製造方法

(57)【要約】

【目的】 シリンダボアの内壁に残留引張力を軽減した溶射層を形成するシリンダブロックの製造方法。

【構成】 シリンダボアの内壁に合金溶射層を形成した後、該溶射層に溶射層の融点未満の加熱を与えることを特徴とするものであって、加熱手段に高密度エネルギー熱源を用いても良く、また溶射材料として重量比でCを0.2～0.8%を含有する鉄系溶射材料含むものである。溶射後に溶射層を線状に再溶融または再加熱するので、加熱された部分で歪が解消されると共に一体となっている被膜層が分断されることにより残留する引張力が軽減される。また溶射材料に重量比でCを0.2～0.8%を含有する鉄系溶射材料含むものである場合は、熱による効果とマルテンサイト変態による被膜の膨張による効果が加わって、歪%の低減がさらに効果的である。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリンダボアの内壁に合金溶射層を形成した後、該溶射層に溶射層の融点未満の加熱を与えることを特徴とするシリンダブロックの製造方法。

【請求項 2】 前記溶射層に加熱を与える手段が高密度エネルギー熱源であることを特徴とする請求項 1 に記載したシリンダブロックの製造方法。

【請求項 3】 前記合金溶射層は、重量比で C を 0.2 ～ 0.8 % を含有し、かつマルテンサイト変態する鉄系溶射材料を含む溶射材料であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のシリンダブロックの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明はシリンダボアの内壁に合金溶射層を形成するシリンダブロックの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 鋳鉄製のエンジンブロックと鋳鉄製のピストンは耐久力があり耐摩耗性に優れているが、重量が重いという欠点があり、アルミニウム製のエンジンブロックおよびピストンが使用されるようになってきている。しかしアルミニウム製のエンジンブロックのシリンダボア内面は耐摩耗性および耐スカuffing 性に劣るため種々の処理が施されている。

【0003】 例えば、アルミニウムシリンダブロックの中に鋳鉄性のシリンダライナーを圧入したり、耐摩耗性アルミニウム合金である A390 を用いて ECM 処理をして実用化しているものがある。また、コーティングをしている例としては、Ni+SiC 分散めっき、Ni-P-BN めっき、Mo 線爆溶射等がある。

【0004】 アルミニウム製エンジンボアにアルミニウムブロンズを金属溶射する発明としては米国特許 5,080,056 号があり、アルミニウム製エンジンブロックのシリンダ壁を多少大きめに鋳造し、このシリンダ壁にアルミニウムブロンズを酸素炭水化水素燃料ガス（プロピレンを使用）の高速流（High Velocity Stream of an Oxygen Hydrocarbon Fuel Gas、以下 HVOF という。）を用いて金属溶射しアルミニウムブロンズ層を形成し、これを所望の内径に機械加工するものである。

【0005】 また、セラミックスを溶射するものとしては、特開昭 60-26656 号公報の内面溶射方法の発明があり、この発明では円筒内面に断面形状が三角形又は台系である突起を形成し、セラミックスの溶射被覆高さが前記高さ以上になるように溶射するものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明が対象としているのは、フレーム溶射の中でも、前記の HVOF 溶射（Metcos 社製 DJ ガン）と呼ばれる高速溶射技術で、高

速であることから密着性、皮膜特性に優れている。この方法を用いてシリンダ内壁に溶射層を形成するには、図 5 に示すようにシリンダの中心に溶射ガンを挿入する。溶射金属は熔融されスプレーとなって溶射ガンのヘッドから高速ガスによりシリンダ内壁に堆積する。この溶射ガンは自動的に回転しシリンダの中心軸を何度か上下に昇降するので、比較的厚膜（約 0.2 ～ 1.00 mm）がシリンダ内壁に形成される。

【0007】 ところが、皮膜の材質ととしては、必要性に応じて種々のものが選択できるが、どんな材質を選んでも、コーティング皮膜が熱収縮を生ずるのに対して、基材のシリンダブロックはこれに対応して収縮しないため、溶射皮膜層に残留応力を生ずる。すなわち、図 6（a）（b）に示すように溶射皮膜に引張力が生じ溶射皮膜剥離の原因となる。特に機械加工のときに剥離する。

【0008】 前記特開昭 60-26656 号公報の発明はこの問題点を解決するために提案されたものであるが、この提案では溶射皮膜が凸部のシャドウ効果により穴やボアが発生して劣化し易く、また円筒内周面に凸部を形成と切削加工では困難であるという欠点がある。

【0009】 本発明はシリンダボア内壁にフレーム溶射により溶射皮膜を形成するに際して溶射皮膜に引張力が残留し、機械加工に際して剥離し易いという問題点を解決するためになされたものであって、シリンダボアの内壁の溶射層に引張力が残留しないシリンダブロックの製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 発明者はシリンダボアの内壁の溶射層に引張力が残留する理由について検討をした。その結果、溶射被膜層は一体となって凝固するために引張力が残留することが判明した。そこで、溶射層をその融点に近い温度で部分的にまたは全体的に加熱し、溶射層の一体性を分断することにより、残留応力を軽減できることを新たに知見して本発明を完成した。また、さらに溶射材料についても検討を重ね、加熱により、変態して膨張する材料を添加するとさらに効果的であることを見出して本発明を完成した。

【0011】 本発明の請求項 1 のシリンダブロックの製造方法は、シリンダボアの内壁に合金溶射層を形成した後、該溶射層に溶射層の融点未満の加熱を与えることを要旨とする。請求項 2 の発明は、前記溶射層に加熱を与える手段が高密度エネルギー熱源であることを要旨とする。また、請求項 3 の発明は、前記合金溶射層は、重量比で C を 0.2 ～ 0.8 % を含有し、かつマルテンサイト変態する鉄系溶射材料を含む溶射材料であることを要旨とする。

【0012】 使用する溶射機はガス溶線式でもアーク式溶射機でも特に限定はされないが、ガス溶線式溶射機が最も一般的である。これはアセチレンとプロパンと酸素

で高温炎をつくりこの中に線材を一定速度で送り込み溶滴として高速で基材表面に吹きつけるものである。

【0013】溶射層被膜の加熱は火炎による加熱、高周波加熱、レーザー光の照射等その手段を問わないが、要するに溶射被膜を線状に出来るだけ熔融温度に近い温度に再加熱して一体となっている被膜層を分断することにより残留応力が軽減されれば良い。

【0014】加熱の熱源として、レーザー等の高エネルギー熱源を用いればさらに効果的である。加熱する際の線状の再加熱のパターンは縦縞状、らせん状等適宜に選択すれば良い。

【0015】

【作用】第1項の発明では、溶射後に溶射層を線状に再溶融または再加熱するので、加熱された部分で歪が解消されると共に一体となっている被膜層が分断されることにより残留する引張力が軽減される。

【0016】また、請求項3の発明では、請求項1の発明に対してさらにマルテンサイト変態による体積膨張が利用される。マルテンサイト変態による体積膨張は

4.75-0.53×(%C)・・・(1)
で表される(金属学会;構成材料とその処理、P87)。鉄系材料のC含有量を0.2~0.8%としたのは、0.2%未満では充分な体積膨張と耐摩耗性が得られないからであり、0.8%を越えるとチル層が発生し溶射層の被削性が損なわれるからである。その結果、
(1)式より体積膨張は4.33~4.64%発生する。

【0017】この請求項3の発明で使用される溶射材料としては、例えば炭素鋼(C含有量0.2~0.8%)またはマルテンサイトステンレス鋼等を含む材料を体積比で20%以上含むことが望ましい。溶射材料の体積比が20%未満ではマルテンサイト変態による体積膨張が充分に利用されないからである。

【0018】本発明において、溶射層をその融点以下で加熱する理由は、溶射層の融点以上に加熱してしまうと、溶射層が溶融し再び凝固硬化する際に、溶融部が収縮してしまい残留応力が再び発生するからである。また、マルテンサイト変態で膨張させる効果を打ち消してなお収縮してしまうからである。

【0019】

【実施例】本発明の実施例を従来例と対比して説明し本発明の効果を明らかにする。

(実施例1)図5に示すように、シリンダブロック10のシリンダボア12の中心軸に沿って溶射ガン14を挿入し、溶射材料としてAl-15wt%SiとFe-65wt%Cr-8wt%Cで表される鉄クロム炭化物がそれぞれ重量比(wt%)で50%ずつを占める材料を用い、溶射ガン14のヘッドを回転させながら上下に昇降して、冷却水用ジャケット16で冷却しながら、溶射粒子18をシリンダ内壁に吹きつけ、膜厚0.6mmの

溶射層20を形成した。ただし、前記溶射材料はマルテンサイト変態を生ずる材料ではない。

【0020】続いて、図1に示すようにレーザー発振機22で発生したレーザー光をシリンダボア12の上に設置した反射鏡24でシリンダボア12内に反射し、集光レンズ26により集光した後、シリンダボア12内に設置した反射鏡28をらせん状に回転しながら、溶射層にレーザー光を照射して加熱した。その結果、図2のシリンダボアの部分切断斜視図に示すように、溶射層20にらせん状の加熱部30が形成された。加熱部30は溶射層20が溶融する温度以下で、できるだけ高い温度でレーザーにより照射して加熱され、照射面積率は30%であった。なお、照射面積率とは、溶射層の面積に対して、レーザーを照射した面積の占める割合をいう。

【0021】次いで、図3(b)に示すようにシリンダブロック10の切断片32を切出し、溶射層20に歪ゲージ34を貼りつけ、その後、図2(a)に示すように、この溶射層20を切断片32から機械的に剥離した後、歪を測定した。なお、比較のために溶射層20を加熱しなかった従来のシリンダブロック10についても同様に切断片を切り出して同様に歪ゲージ34を貼りつけて溶射層20を切断片32から機械的に剥離した後、歪を測定した。

【0022】得られた結果は図4に示したが、本発明の実施例歪量は従来法に比較しては約1/2に減少しており、本発明では溶射層に働く残留応力が軽減されていることが判明した。

【0023】(実施例2)Al-15wt%SiとFe-wt0.8%Cの混合重量比(wt%)がそれぞれ50%ずつである溶射材料を用いて、実施例1と同様のHVOF溶射内周面処理用溶射ガンにより、実施例1と同様に溶射ガン14のヘッドを回転させながら上下に昇降して、冷却水用ジャケット16で冷却しながら、溶射粒子18をシリンダ内壁に吹きつけ、膜厚0.6mmの溶射層20を形成した。

【0024】次いで、レーザー出力2KW、ビーム移動速度1000mm/min、硬化層深さ0.4~0.6mm、照射面積率10~100%のレーザー照射条件で、溶射層を加熱し、実施例1と同様に歪ゲージにより各照射面積率における溶射層の歪%を測定し、得られた結果を図7に示した。なお、レーザー照射の場合焼き境が生じるため、100%の場合は100KW-400KHzの高周波を用いた。

【0025】図7に示したように、照射面積率すなわち焼入面積率の増加と共に歪%は低減するが、実施例1と較べて加熱による効果とマルテンサイト変態による被膜の膨張による効果が加わって、歪%の低減効果が大きかった。

【0026】

【発明の効果】本発明のシリンダブロックの製造方法は

以上説明したように、シリンダボアの内壁に合金溶射層を形成した後、該溶射層に溶射層の融点未満の加熱を与えることを特徴とするものであって、加熱手段に高密度エネルギー熱源を用いても良く、また溶射材料として重量比でCを0.2～0.8%を含有する鉄系溶射材料含むものであっても良い。溶射後に溶射層を線状に再溶融または再加熱するので、加熱された部分で歪が解消されると共に一体となっている被膜層が分断されることにより残留する引張力が軽減される。また溶射材料に重量比でCを0.2～0.8%を含有し、かつマルテンサイト変態する鉄系溶射材料含むものである場合は、熱による効果とマルテンサイト変態による被膜の膨張による効果が加わって、歪%の低減がさらに効果的である。

【図面の簡単な説明】

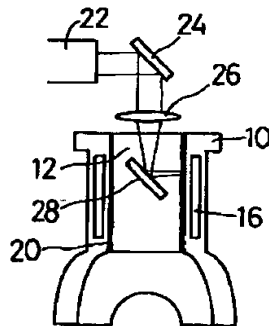
【図1】シリンダブロックの内壁の溶射層にレーザー光を照射している状態の断面図である。

【図2】レーザー照射後のシリンダブロックの部分切断斜視図である。

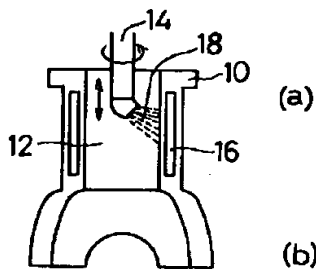
【図3】溶射層の歪を測定する方法を説明するシリンダ*

20

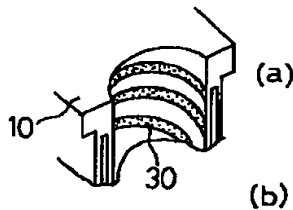
【図1】



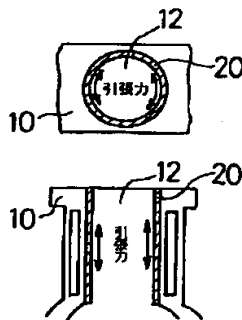
【図5】



【図2】



【図6】



*ブロック片の斜視図である。

【図4】本発明の実施例と従来例との溶射層の歪を示す図である。

【図5】シリンダブロック内壁への金属溶射を説明する断面図である。

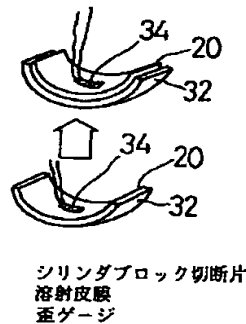
【図6】シリンダブロックに溶射された溶射層の残留引張力を説明する平面図および断面図である。

【図7】本発明における溶射層の焼入面積率と歪との関係を示す図である。

【符号の説明】

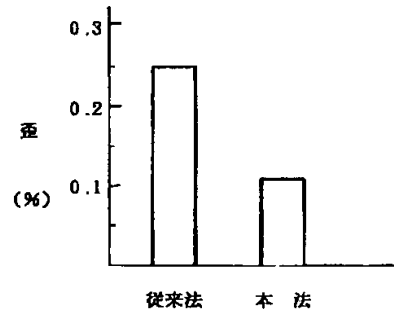
| | |
|-------------|----------------|
| 10 シリンダブロック | 12 シリンダボア |
| 14 溶射ガン | 18 溶射粒子 |
| 20 溶射層 | 22 レーザ発振機 |
| 24、27 反射鏡 | 26 集光レンズ |
| 30 加熱部 | 32 シリンダブロック切断片 |
| 34 歪ゲージ | |

【図3】



シリンダブロック切断片
溶射皮膜
歪ゲージ

【図4】



【図7】

